

Document de présentation pour en savoir plus sur l'ouvrage suivant :

Du laboratoire à la classe, le parcours du savoir **par Michèle Grosbois, Gabriela Ricco et Régine Sirota**

Sur cette page : | [sommaire](#) | [sur l'actualité de l'ouvrage](#) | [avant-propos](#) | [interview des auteurs](#) |

Sommaire

Introduction - **La chaîne de la transposition didactique**

EVOLUTION HISTORIQUE DES CONNAISSANCES CONCERNANT LA RESPIRATION

La respiration, sujet organisateur de la biologie

Sur les traces de l'histoire de l'hérédité

- ▶ De l'antiquité au XVIII^e siècle
- ▶ À partir du XIX^e siècle

La respiration vue de l'extérieur

- ▶ Les échanges gazeux
- ▶ La respiration cellulaire et intracellulaire

La respiration vue de l'intérieur de la cellule

- ▶ L'histoire de la respiration cellulaire
- ▶ Dégradations du métabolite et transferts énergétiques

Élaboration des concepts explicatifs de la respiration

- ▶ Dégradation du métabolite
- ▶ Transferts énergétiques
- ▶ « Cependant la plante respire »

Photosynthèse et respiration :

- ▶ Une histoire parallèle et indissociable

Respiration cellulaire et biochimie au XX^e siècle

LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE DANS LES MANUELS

De l'usage des manuels

**La notion de respiration dans les manuels de
l'enseignement secondaire**

- ▶ Avant la réforme Haby
 - Un manuel de première D avant réforme
 - Un manuel de terminale C avant réforme
- ▶ Après la réforme Haby
 - Un manuel de première S après réforme
 - Un manuel de terminale C après réforme

LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE DANS LES INSTRUCTIONS OFFICIELLES

**Les présupposés épistémologiques des instructions
officielles**

- ▶ Avant la réforme Haby
- ▶ Après la réforme Haby

**Analyse des curriculum et introduction de la biochimie
dans la formation des maîtres**

- ▶ Une reconstitution des curriculum
- ▶ Une querelle d'école ?

LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE ET LES ACQUISITIONS DE CONNAISSANCES

Représentation de la notion de respiration

- ▶ Représentation spontanée et représentation élaborée
- ▶ Niveau de localisation dans l'organisme

Maîtrise du « niveau de surface »

- ▶ Nature des échanges gazeux
- ▶ Fonction des échanges gazeux

Du savoir spontané au discours savant

**Les concepts explicatifs de la respiration au niveau
moléculaire**

- ▶ Reconnaissance des savoirs contemporains
- ▶ Articulation des savoirs contemporains

Définition énergétique de la respiration

**Identité de la photosynthèse et de la respiration au
niveau moléculaire**

Intégration des savoirs : de la cellule à la biosphère

- ▶ Complémentarité de la photosynthèse et de la respiration
- ▶ Reconnaissance de l'interface entre les deux phénomènes

Actualisation du savoir et théorie de Mitchell

Appropriation de la démarche scientifique

- ▶ Niveaux de structure et type d'organisme
- ▶ Contextualisation du savoir
- ▶ Appropriation de la démarche expérimentale

**Structuration des connaissances par l'histoire des
sciences**

Conclusion

Annexes - Questionnaire - Bibliographie

Commentaire de l'éditeur sur l'actualité du sujet

Depuis l'achèvement de cette recherche, cursus (terminales D et C fusionnées en S) et programmes ont changé, la biochimie de la respiration n'est plus abordée de la même façon, les enseignants des sciences de la vie et de la terre ont l'impression - peut-être subjective - que le délai de réponse du scolaire aux nouveaux acquis de la recherche se raccourcit, les manuels observés dans ce travail ne se sont pas avérés être les plus utilisés par les enseignants. Ainsi on peut s'interroger sur les constats que les auteurs seraient amenés à faire aujourd'hui. Cependant nous conservons cet ouvrage au catalogue, convaincus que sa (re)lecture attentive reste un excellent moyen de se donner les outils pour une réflexion approfondie sur les objectifs généraux des sciences expérimentales, le rôle de la discipline, ses difficultés, les conditions de son efficacité, son évolution ; c'est aussi une excellente occasion de tester ses propres conceptions scientifiques et d'imaginer de nouvelles pistes pédagogiques ; c'est enfin - à notre avis - un travail qui reste parfaitement d'actualité dans le cadre de la formation des enseignants de SVT, bien au-delà du concept de respiration.

Juin 1998. Pour Adapt, - **Alain Prevot**, professeur de SVT

Avant propos

La transmission et l'appropriation des connaissances ne se font ni dans la transparence, ni de façon immédiate ; les savoirs enseignés à l'école ne sont pas le simple décalque des théories scientifiques élaborées par les chercheurs : cette étude en est une démonstration. Elle examine en effet la manière dont un savoir scientifique est « travaillé » pour pouvoir être enseigné, et ce à propos d'une notion centrale de l'enseignement de la biologie : la respiration. On suit donc pas à pas le cheminement du concept dans l'histoire des sciences jusqu'aux théories les plus actuelles, sa transposition dans les manuels scolaires, les aspects qui en sont retenus dans les épreuves des concours de recrutement, la présentation qu'invitent à en faire les instructions officielles, la manière dont les élèves l'ont intégré à la fin du secondaire.

C'est toute la chaîne de la transposition didactique qui est ainsi analysée, ses raisons, ses modalités, ses effets, ses incohérences parfois : comment par exemple vouloir actualiser les contenus en s'appuyant sur une épistémologie du XIX^e siècle ? Comment enseigner les théories de la respiration cellulaire sans les outils intellectuels qui les ont rendus possibles, c'est-à-dire sans biochimie ? Comment former des élèves à une démarche réellement expérimentale si l'on considère les expériences comme de simples démonstrations où il suffit de bien voir pour comprendre ?

Les savoirs subissent nécessairement des transformations pour entrer dans la classe. Encore faut-il qu'elles soient cohérentes et reposent sur des fondements épistémologiques clairs. Une étude de ce genre, en les mettant en évidence, permet de mieux les dominer et éventuellement de les corriger. Elle éclaire un peu ces zones d'ombres qui, en amont d'un cours, en déterminent en partie l'efficacité ou les insuffisances. Elle accroît la vigilance sur le bien-fondé de certains choix et la maîtrise d'une pratique qui semblait aller de soi. Elle pose aussi plus fondamentalement le problème de la finalité de tel ou tel enseignement : quelle formation scientifique voulons-nous pour nos élèves ? quels contenus retenir pour leur donner une culture cohérente et une formation authentique ?

ADAPT vise à établir un lien entre chercheurs et enseignants, à favoriser la réflexion sur les contenus et les pratiques : une telle recherche pluridisciplinaire où se rencontrent savoir scientifique, épistémologie, psychologie et sociologie de l'éducation entre très précisément dans ces objectifs et suscite l'envie d'en savoir plus sur les autres disciplines d'enseignement.

Catherine Elzière, Denis Paget

Interview des auteurs - Us n°300 - 20/11/92

Votre ouvrage est le résultat d'une recherche pluridisciplinaire. Comment avez-vous été amenées à travailler ensemble ?

Nous travaillons depuis 1978 à l'université de Paris VI dans le cadre d'un module de sciences de l'éducation destiné à des étudiants de licence ou de maîtrise de sciences naturelles (qui se dirigent vers le professorat). Notre souci est de les initier aux sciences de l'éducation et à la didactique de leur discipline, de leur apporter des éléments de base en psychologie et sociologie qui soient en relation avec les contenus qu'ils auront à enseigner. Cela suppose de faire cheminer ensemble "sciences dures" et sciences humaines.

Qu'est-ce qui vous a poussée, en tant que biologiste, à vous intéresser aux problèmes d'enseignement ?

J'ai toujours été frappée par l'extrême densité de la présentation des savoirs dans l'enseignement secondaire : un paragraphe de manuel résume des connaissances que nous traitons à l'université sur plusieurs heures de cours. Elles me paraissent souvent trop rapidement évoquées pour pouvoir être

comprises et assimilées par les élèves. Cela crée une grande confusion dans leur esprit, même s'ils savent nommer les notions, C'est pour mieux analyser cette difficulté que j'ai accepté de participer à ces modules sur l'enseignement.

Comment peut-on réfléchir aux problèmes de l'enseignement de la biologie quand on est sociologue et psychologue, c'est-à-dire complètement extérieur à la discipline ?

Cette recherche s'est située au carrefour de plusieurs évolutions : les connaissances en biologie se développaient très rapidement et l'actualisation du savoir dans le secondaire devenait une exigence officielle ; la sociologie commençait à s'intéresser aux savoirs comme n'allant pas de soi, comme construction sociale ; la société choisit ce qu'elle enseigne en fonction de l'homme qu'elle veut former ; les didacticiens avaient mis au point certains outils théoriques et des méthodes de questionnement du savoir, surtout dans le domaine des mathématiques.

Nous nous sommes donc demandé si le concept de " transposition didactique élaboré par Verret et théorisé par Chevallard, pouvait fonctionner en biologie, s'il était possible d'en faire l'étude dans les manuels existants, sur un problème précis, dans la perspective de l'actualisation des connaissances et si plus concrètement nous pouvions déceler les causes de cette grande confusion que nous avons constatée dans les connaissances des étudiants, à propos de concepts fondamentaux comme la respiration cellulaire.

Les manuels vous semblent-ils constituer un maillon essentiel de l'enseignement ?

Notre intention était pédagogique et nous devions former de futurs enseignants. Or lorsque nous disions aux étudiants " Imaginons que demain vous avez à remplacer en Première S Madame X qui allait commencer un cours sur... Comment vous y prenez-vous ? ", ils répondaient toujours : "On va lire les instructions officielles et consulter les manuels." Les manuels apparaissent comme une bouée de sauvetage, comme le véhicule de la science. Il nous a semblé important de porter sur eux un regard critique, pour en déceler les richesses et les limites. Nous avons rapidement rencontré des problèmes de fond. Celui de leur rédaction d'abord : à qui incombe-t-elle ? Qui les légitime ? Les enseignants, les I.p.r. ou les scientifiques ? Il nous semble que les manuels auxquels ont été associés des chercheurs rentrent moins dans les détails, ont des prétentions plus modestes que ceux sur lesquels a porté notre étude. Ils sont de ce fait plus compréhensibles, plus raisonnables.

Se pose ensuite le problème des sources de documentation pour l'enseignant. Il est déjà difficile pour des chercheurs dans un laboratoire de se tenir au courant des évolutions scientifiques qui concernent leur sujet parce que les articles sont dispersés et souvent très spécialisés. Il est donc encore plus compliqué pour un enseignant de s'informer de manière régulière sur tous les sujets traités dans le secondaire. La bonne vulgarisation scientifique est intéressante certes, mais procède d'une démarche différente de celle du cours. Le manuel est utile mais ambigu, car destiné à la fois aux élèves et aux professeurs. Ce problème délicat de la mise à jour des connaissances rend donc indispensable la possibilité de formation continue pour les enseignants

Quelle vous semble être la principale difficulté de l'enseignement de la respiration ?

Les théories actuelles sur la respiration cellulaire reposent sur des notions de biochimie. Or dans les manuels que nous avons étudiés, on essaie d'en rendre compte sans les outils qui les ont rendues possibles, c'est-à-dire sans biochimie. Cela donne des énoncés inexacts ou si vagues qu'ils en deviennent incompréhensibles. Nous nous sommes interrogées sur cette carence. Avait-elle son origine dans la formation des enseignants ? Non, l'étude des curriculums universitaires des vingt dernières années montre que cette matière a été introduite à l'Université au fur et à mesure des découvertes scientifiques, même si les programmes des concours mettent davantage de temps à évoluer. Mais nous avons trouvé un élément de réponse dans l'examen des instructions officielles : en effet il est prescrit de ne donner aux élèves que "les connaissances de biochimie nécessaires à un naturaliste". Cette limitation révèle une résistance certaine à l'introduction de la biochimie, vestige d'une vieille querelle d'école entre naturalistes et biochimistes, entre la biologie comme science de la vie et la chimie comme science des substances mortes. Pourtant entre naturalisme et biochimie, il ne devrait pas y avoir opposition. Ce sont de fait des niveaux différents d'appréhension des objets biologiques. Il n'en reste pas moins qu'il est impossible, voire absurde, de vouloir actualiser les connaissances sur la respiration en faisant l'impasse sur la biochimie. Mieux vaudrait alors ne pas chercher à actualiser, ce n'est d'ailleurs pas forcément indispensable. Mais Si on actualise, il faut le faire correctement, avec des outils théoriques appropriés.

Comment former les élèves à la démarche expérimentale ?

Ce qui nous a frappées dans cette étude des manuels, c'est que trop souvent les expériences

proposées sont déconnectées des problématiques qui les ont suscitées, comme s'il suffisait de voir pour comprendre. Observer, ce n'est pas simplement regarder, une expérience n'est pas une simple "monstration" pour reprendre l'expression d'André Giordan. L'exemple des cellules est significatif, depuis le milieu du XVII^e siècle, le microscope permettait de les observer, mais on a compris bien plus tard ce qu'elles représentaient. Canguilhem montre que c'est seulement sous l'influence de la physique, qui cherchait à concevoir l'univers à partir de concepts unitaires, que l'idée d'unité a pris son sens aussi en biologie et qu'au début du XIX^e siècle, on a compris que la cellule était l'unité fondamentale des organismes vivants. On avait regardé des cellules pendant un siècle et demi mais le concept manquait. L'observation est essentielle bien sûr dans la vérification des hypothèses mais seulement quand elle est liée à un appareil intellectuel d'interrogation. Il est donc indispensable de resituer la vérification dans son contexte historique à un moment donné, voilà ce qui était acquis ou faisait autorité, voici quelles questions on se posait et ce dont on disposait pour résoudre le problème à la fois d'un point de vue technique et conceptuel. Faire une expérience, c'est, comme dit Prigogine, arraisonner le réel, le faire répondre à une question que l'on s'est posée.

Que désigne la notion de "savoir savant" dans une discipline où les évolutions sont si rapides ?

C'est une notion très relative, très évolutive en tout cas et pas du tout neutre. Il y a ce qui se fait dans les laboratoires, ce qui s'enseigne à l'université, ce qui figure au programme des agrégations. Dans ces différentes sphères de légitimation du savoir, des choix ont été faits qui émanent des débats internes aux différentes communautés : scientifique, universitaire, commissions ministérielles, inspection. Il existe des modes, des compromis. On choisit d'enseigner un pan du savoir, de donner des crédits à telle recherche, de confier la grande conférence scientifique dans un congrès à tel laboratoire, choix qui mettent enjeu parfois la survie de certaines disciplines. La biochimie comme la linguistique a été ainsi l'enjeu d'importantes querelles de pouvoir. Les programmes du secondaire ne sont pas neutres non plus. Les instructions officielles n'échappent pas à toutes ces tensions, elles véhiculent la conception d'une discipline à un moment donné et il est intéressant de prendre conscience de leur philosophie sous-jacente, de ce qui sous-tend leurs choix. Mais c'est plus profondément la science elle-même qui évolue de manière non linéaire. Le savoir savant n'est qu'un état très ponctuel, un équilibre dynamique à un moment donné. Prenons l'exemple de la respiration : des laboratoires de grand renom travaillaient dans les années 50 sur les enzymes de couplage et les composés à haut potentiel de transfert en s'appuyant sur le paradigme de la phosphorylation au niveau du substrat. Ils ont cherché vingt ans dans cette direction. Mitchell, lui, s'intéressait de son côté aux aspects énergétiques de la perméabilité membranaire. Ses communications concernant la phosphorylation oxydative n'étaient au début prises au sérieux que par bien peu de chercheurs. A partir du moment où les implications de la théorie qu'il proposait ont reçu les confirmations expérimentales, la communauté scientifique a admis ce concept et les recherches se sont organisées dans cette nouvelle perspective, en quelque sorte révolutionnaire. Les savoirs accumulés n'étaient pas caducs pour autant. Ils représentaient au contraire un matériau énorme pour la compréhension de la respiration cellulaire. Dans le cadre du concept approprié, la plupart de ces savoirs se sont organisés comme les morceaux d'un puzzle. C'est cette vie de la science qu'il faudrait arriver à transmettre. Il est fondamental dans une formation scientifique d'avoir compris que le savoir n'est jamais achevé, d'avoir appris à douter.

En quoi votre recherche peut-elle être utile aux enseignants ?

Nous n'apportons pas de solutions, ce n'est pas l'objectif d'une recherche comme la nôtre. Nous proposons des éléments de compréhension. Notre travail explicite ce qui est souvent ressenti confusément par bien des enseignants qui font état d'une difficulté sans forcément pouvoir la localiser. Il peut être déculpabilisant en ce qu'il montre que ce qui se passe dans la classe est le résultat de toute une chaîne de choix opérés en amont du cours. Ce n'est pas une façon de se dédouaner, mais d'être plus conscients de ce que l'on fait, plus maîtres de ce que l'on enseigne.

Cela pose aussi des questions essentielles : faut-il vraiment tout voir, tout actualiser ? A ne rien vouloir sacrifier des domaines de connaissances ou des dernières théories, ne risque-t-on pas de donner une fausse idée de la Science, de manquer ce qui fait la nature même de la démarche expérimentale ? Ne risque-t-on pas aussi de former des élèves qui, même s'ils sont scolairement performants, n'ont pas l'exigence de comprendre en profondeur, des élèves capables d'utiliser des mots sans que ceux-ci aient du sens pour eux, capables d'assimiler des notions peu intelligibles dans leur forme condensée et faisant preuve en cela d'une certaine indifférence au savoir ?

Propos recueillis par **Catherine Elzière**